

JP2003024478

Publication Title:

INSTRUMENTED GOLF CLUB SYSTEM AND ITS METHOD OF USE

Abstract:

Abstract of JP 2003024478

(A) PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an instrumented golf club system and its method of use making an improvement on restrictions as to the flexibility and portability of the system which arise from the former necessity of locating receiving equipment in proximity to a radio transmitter built into a golf club. SOLUTION: The instrumented golf club system 2 includes an instrumented golf club 10, an interface means 18, and a computer 28. The instrumented golf club includes a plurality of sensors, an internal power supply, an angular rate sensor and an internal ring buffer memory for capturing data relating to a golf swing. Measured data are stored in a memory built into the instrumented golf club system. The interface means is capable of transferring the data from the instrumented golf club to the computer and the data are processed and presented in a useful format.

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-24478
(P2003-24478A)

(43)公開日 平成15年1月28日(2003.1.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
A 6 3 B 53/00		A 6 3 B 53/00	B 2 C 0 0 2
53/04		53/04	A 2 F 0 7 0
69/36	5 0 1	69/36	5 0 1 J
	5 4 1		5 4 1 P
G 0 1 D 9/00		G 0 1 D 9/00	A
審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 21 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2002-129294(P2002-129294)

(22)出願日 平成14年4月30日(2002.4.30)

(31)優先権主張番号 0 9 / 8 4 6 5 0 4

(32)優先日 平成13年4月30日(2001.4.30)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 300044551

キャラウェイ・ゴルフ・カンパニ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州92008
ー8815, カールスバッド, ラザーフォー
ード・ロード 2180

(72)発明者 ネイザン ジェイ リー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
92025 エスコンディード ハウ・プレイ
ス 510

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦 (外2名)

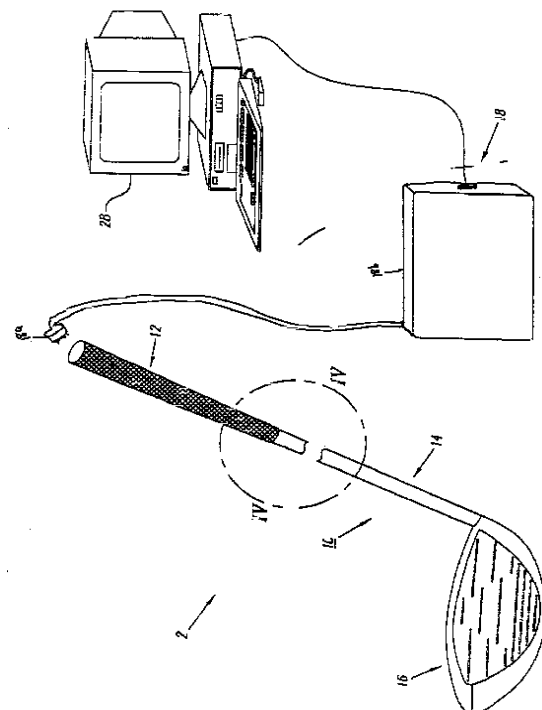
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 機器装備ゴルフクラブシステムおよび使用方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】従来、ゴルフクラブに内蔵された無線送信機に近接して受信装置を配置する必要があった。これにより、システムの柔軟性および可搬性が制限されていた。本発明はこれらを改善した機器装備ゴルフクラブシステムおよびその使用方法を提供する。

【解決手段】機器装備ゴルフクラブシステム2が、機器装備ゴルフクラブ10と、インターフェイス手段18と、コンピュータ28を含む。機器装備ゴルフクラブが、複数のセンサと、内部電源と、角速度センサと、ゴルフスイングに関するデータを捕捉するための内部リングバッファメモリを含む。測定されたデータは、機器装備ゴルフクラブシステムに内蔵されたメモリ内に記憶される。インターフェイス手段は機器装備ゴルフクラブからコンピュータへとデータを転送でき、データは処理されて有用な形式で提示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 機器装備ゴルフクラブシステムであって：クラブヘッドおよび該クラブヘッドに取り付けられたシャフト、少なくとも1つのセンサでありシャフト内に配された角速度センサを含む機器装備ゴルフクラブ；から構成され、少なくとも前記1つのセンサがゴルフスイング中のシャフトに関するデータを測定可能であり；さらに、前記少なくとも1つのセンサからのデータを受信し記憶する、シャフト内に配された内部メモリデバイス；該内部メモリデバイスからのデータを処理するためのコンピュータ；ならびに前記機器装備ゴルフクラブと前記コンピュータとの間の通信を提供しうるインターフェイス手段；から構成される機器装備ゴルフクラブシステム。

【請求項2】 請求項1に記載の機器装備ゴルフクラブシステムであって：前記内部メモリデバイスがリングバッファメモリであり、該リングバッファメモリが、前記機器装備ゴルフクラブが実行可能状態にあるときにデータを連続的に記憶可能であり、インパクトしきい値トリガリング事象の前後においてデータを捕捉可能である；ことを特徴とする機器装備ゴルフクラブシステム。

【請求項3】 請求項1に記載の機器装備ゴルフクラブシステムであって：前記角速度センサが、前記機器装備ゴルフクラブ内の所定の位置における角速度を直接に測定可能である；ことを特徴とする機器装備ゴルフクラブシステム。

【請求項4】 請求項1に記載の機器装備ゴルフクラブシステムであって：前記リングバッファメモリが2ミリ秒程度の間隔でデータを連続的に記録可能である；ことを特徴とする機器装備ゴルフクラブシステム。

【請求項5】 請求項1に記載の機器装備ゴルフクラブシステムであって：前記インターフェイス手段が、接続プラグおよびシリアルインターフェイスデバイスから成り；前記接続プラグが、前記機器装備ゴルフクラブからコンピュータへとデータを電子的に通信するために、前記シャフト内の複数の受容器に接続する複数のピンを有する；ことを特徴とする機器装備ゴルフクラブシステム。

【請求項6】 ゴルフスイングデータを測定し記憶するための方法であって：機器装備ゴルフクラブを実行可能状態におく段階；機器装備ゴルフクラブ上にあるいはその中に配された少なくとも1つのセンサからのデータを、機器装備ゴルフクラブのシャフト内に配された内部メモリデバイスに記録する段階；前記機器装備ゴルフクラブによる第1のインパクトしきい値トリガリング事象を検出する段階；ならびに前記第1のインパクトしきい値トリガリング事象の前の第1の所定時間間隔の間、および前記第1のインパクトしきい値トリガリング事象に続く第2の所定時間間隔の間、データを前記内部メモリ

デバイスに記憶する段階；から構成される方法。

【請求項7】 請求項6に記載の方法であって：前記第1の所定時間間隔が、前記第2の所定時間間隔よりも長い；ことを特徴とする方法。

【請求項8】 請求項6に記載の方法であって：前記内部メモリデバイスが、2ミリ秒程度の間隔でデータを連続的に記録可能である；ことを特徴とする方法。

【請求項9】 請求項6に記載の方法であって：前記少なくとも1つのセンサが第1の角速度センサであり；前記第1の角速度センサが、前記機器装備ゴルフクラブ内または上の所定位置における角速度を直接に測定可能である；ことを特徴とする方法。

【請求項10】 請求項6に記載の方法であって：さらに前記内部メモリデバイスのデータブロックにデータを記録し；前記機器装備ゴルフクラブによる複数のインパクトしきい値トリガリング事象を検出し、前記各事象から生じたデータが前記内部メモリデバイス上の対応するデータブロックに記憶され；前記各事象から生じたデータが、前記各事象の前の所定時間間隔の間のデータと、前記各事象の後の第2の所定時間間隔の間のデータとから成る；ことを特徴とする方法。

【請求項11】 請求項6に記載の方法であって：さらに、前記機器装備ゴルフクラブをインターフェイス手段に接続する段階；前記機器装備ゴルフクラブの内部メモリデバイスからのデータを前記インターフェイス手段を介して、コンピュータに通信する段階；から構成される方法。

【請求項12】 請求項6に記載の方法であって：さらに、複数のセンサからのデータを前記内部メモリデバイスに記録する段階；ことを特徴とする方法。

【請求項13】 機器装備ゴルフクラブシステムであって：さらに、内部が中空のシャフト；シャフトの中空内部に配された角速度センサであり、ゴルフスイング中のシャフトに関するデータを測定可能な角速度センサ；シャフトの中空内部に配された電子回路ボードであり、リングバッファメモリを有する電子回路ボード；電源制御回路；角速度センサのための信号条件回路；シリアル通信回路；前記シャフトに固着されたクラブヘッドであり、中空内部を有し、該中空内部に配された複数の加速度計および該加速度計のための信号条件ボードを有するクラブヘッド；前記電子回路ボードからのデータを処理するコンピュータ；前記機器装備ゴルフクラブとコンピュータとの間の通信を提供可能なインターフェイス手段；から構成される機器装備ゴルフクラブシステム。

【請求項14】 請求項13に記載のシステムであって：さらに、前記電子回路ボードからコンピュータへとデータを転送

するために、前記インターフェイス手段を前記電子回路ボードに接続するための手段；から構成されるシステム。

【請求項15】 請求項13に記載のシステムであって：さらに、前記シャフトの根元に配された複数のひずみゲージ、および前記シャフトの先端に配された複数のひずみゲージ；から構成されるシステム。

【請求項16】 請求項13に記載のシステムであって：さらに、前記シャフトの先端に配された前記複数のひずみゲージのための信号条件ボードであり、前記クラブヘッドの中空内部に配された信号条件ボード；ならびに前記シャフトの根元に配された前記複数のひずみゲージのための、前記電子回路ボード上の信号条件回路；から構成されるシステム。

【請求項17】 請求項13に記載のシステムであって：前記クラブヘッドが複合材料から成る；ことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般にゴルフ装置に関し、特にゴルフスイング中のゴルフクラブの特定の機械的または物理的特性を量的に測定可能な機器装備ゴルフクラブシステムに関する。測定した特性を表すデータは、機器装備ゴルフクラブに内蔵されたメモリ内に記憶される。

【0002】

【従来の技術】ゴルフスイング中のゴルフクラブを解析するために、様々なデータ測定装置やデータ収集装置および方法が用いられている。ある方法においては、ゴルフスイング中のゴルフクラブによるゴルフボールへの衝撃（インパクト）の効率を最初の打ち出し条件で測定できる。そのような打ち出し条件の中には、ゴルフボールの初期速度、打ち出し角度、スピン速度、スピン軸が含まれる。これらの打ち出し条件は主として、衝撃時のクラブヘッド速度と、ゴルフボールの予定飛行軌跡（弾道）に関したクラブ面のロフトおよび角度とによって決定される。ゴルフスイング中のゴルフクラブを解析する一般的な方法が、視覚的解析と量的変数解析の二通りある。

【0003】視覚的解析を用いたゴルフスイング中のゴルフクラブ解析方法は、典型的にはゴルフインストラクターによるものである。ゴルフインストラクターは、ゴルフスイング変数を視覚的に見分けて、ゴルファーのスイングを改良するための矯正点を示唆することができる。しかしながら、全てのゴルファーがプロフェッショナルゴルフインストラクターを利用できるわけではない。1または複数のカメラを用いてゴルファーのスイングを記録しモデルスイングと比較するという視覚的方法

論を用いて、ゴルファースイングの欠点を診断することもできる。様々なカメラアングルとスローモーション再生を用いて、実際のスイング動作を見ることができ、後のスイングで改良することができる。

【0004】一方、量的変数解析は、スイング動作中のゴルフクラブの様々な機械的または物理的特性を直接に測定するセンサを用いる。典型的には、ひずみゲージや加速度計などのセンサが、シャフトまたはゴルフクラブヘッドに取り付けられる。これらのセンサから収集したデータをワイヤまたは無線周波を介してシグナルプロセッサへと転送でき、図形的または表的なチャートを含む様々な図形フォーマットで示すことができる。機器装備ゴルフクラブにワイヤを使用することに伴う著しい欠点は、そのワイヤがかなり煩わしいことであり、ゴルフクラブをスイングしようとするゴルファーにとって邪魔になることである。量的変数解析を用いてスイング中のゴルフクラブや野球バットを解析する幾つかの異なるアプローチが、以下の特許文献内で議論されている。

【0005】例えば、Cobb等に発行された米国特許第4,759,219号の明細書は、測定装置およびディスプレイを内蔵した野球バットを開示している。バネ電位差計を用いて、遠心力を測定し、LEDやLCDが測定した遠心力を表示するものである。しかし、このバットはいかなるデータ記憶能力も有してはいない。

【0006】Kobayashiに発行された米国特許第5,233,544号は、複数のセンサを有するゴルフクラブとデータを処理のためにコンピュータに送信するケーブルとを開示している。この開示の配置では、ゴルフクラブのハンドル部分内に位置したカートリッジ内に5個までのセンサを収容できる。

【0007】Varjuに発行された米国特許第3,182,508号は、ゴルフクラブの底部内のひずみゲージと、そのゲージをゴルフクラブから離れたデータ処理手段に接続するワイヤとを使用することを開示している。

【0008】Kimに発行された米国特許第5,694,340号は、ゴルフクラブの加速度を測定するための複数のセンサの使用を開示しており、それらのセンサからのデータを外部データ処理手段へと転送するためのケーブルまたは無線送信を使用するものである。

【0009】Wilhelmに発行された米国特許第4,991,850号は、ゴルフスイングの印加力を測定するためのセンサの使用を開示している。センサデータは、腕に装着した装置に表示でき、あるいはケーブルまたは無線通信を介してコンピュータにダウンロードできる。

【0010】Evansに発行された米国特許第3,792,863号は、トルクおよび屈曲を測定するための、加速度計およびひずみゲージを含む複数のセンサの使用を開示している。データは、ゴルフクラブから、FM無線信号を介してデータ解析ステーションへと転送される。各センサは、各自のデータ転送周波数を有している。

【0011】外部メモリデバイスへのデータ転送は著しい欠点を有している。ケーブルまたはワイヤを介したデータ転送の煩わしさが、ゴルファーの実際のゴルフスイングの動きおよび感覚に影響を与える。さらに、データ転送のために、ゴルフクラブから出てくるワイヤまたはケーブルを使用するよりも無線送信を使用する方が好ましいが、無線送信は余分に重量を増すことになる。そのような実施例で用いる低電力によって、これらのワイヤレス装備ゴルフクラブの実行領域が制限される。また、無線送信データの正確性が、付近にある他の無線送信源からの干渉または雑音により影響される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】さらに従来技術においては、ゴルフクラブに内蔵された無線送信機に近接して受信装備を配置しなければならず、それによりそのようなシステムの柔軟性および可搬性に制限を加える。従って、機器装備ゴルフクラブから収集したデータをゴルファーの実際のゴルフスイングに適用可能であることを保証するために、ゴルファー所有のゴルフクラブの重量、バランスおよびフィーリングを近似した機器装備ゴルフクラブを提供することが望まれている。また、ユーザが内部データをさらなる処理のためにダウンロードする準備ができるまで、データを捕捉・記憶可能な機器装備ゴルフクラブ内の効率的メモリ記憶手段を提供することが望まれている。さらに、ゴルフクラブの設計のために機器装備ゴルフクラブからのデータを提供することが望まれている。

【0013】

【発明の概要】本発明に従った機器装備ゴルフクラブシステムは、内部電源を供給された機器装備ゴルフクラブから成り、ゴルフスイング中のゴルフクラブの量的変数を測定し、記憶し、外部表示をもたらすための複数のセンサを含む。本発明の機器装備ゴルフクラブの一特徴は、データ記憶メモリデバイスが機器装備ゴルフクラブ内に配置されていることである。このことにより、データを外部処理手段にデータ転送するための無線送信ハードウェア、データケーブルやワイヤを不要とする。これにより、ゴルファーは、ケーブルやワイヤに煩わされずに、機器装備ゴルフクラブをスイングでき、普段のゴルフスイングを複製することができる。

【0014】好適実施態様において、ループメモリデバイスまたはリングバッファメモリデバイスを用いて、測定データを連続的に記憶する。各連続サイクル中に、リングバッファメモリデバイス内で新しいデータが古いデータに置き換わる。軽くてケーブルや無線送信機のいらない機器装備ゴルフクラブを作るために、リングバッファメモリデバイスを使用するのが好ましい。従来技術で教示されたように、線形データ捕捉法を用いると、大量のメモリを使用せざるを得ず、機器装備ゴルフクラブ内部のメモリであるという要求を満たすのが困難になる。

従って、リングバッファメモリデバイスを用いると、ゴルフボールインパクト時などの所望のスイングデータを効率的に捕捉でき、ゴルファースイングに無関係のデータを捕捉するような内部メモリを不要とする。

【0015】さらに、リングバッファメモリは興味ある所望のスイングデータのみを捕捉するので、本発明の機器装備ゴルフクラブのメモリデバイス内に複数のスイングのデータを記憶できる。このことにより、ユーザは外部データ処理手段の物理的に近傍に留まる必要がないので、ユーザに柔軟性、移動性を与える。

【0016】本発明の機器装備ゴルフクラブに内部電源を組み入れることが好ましく、柔軟性および移動性の利益をもたらす。内部電源の位置は、適切な重量バランスを与えるために利用でき、機器装備ゴルフクラブをゴルファー所有のゴルフクラブに近似させることができる。内部電源は機器装備ゴルフクラブ内の様々な位置に配置できるけれども、好適な実施態様においては、バッテリーチューブおよび1または複数のバッテリーがシャフト内に配置される。

【0017】さらに、機器装備ゴルフクラブの所望の場所の回転速度を角速度センサにより直接に測定可能である。角速度センサを用いることによって、機器装備ゴルフクラブの特定回転速度を測定する正確なデータが得られる。従来技術では、機器装備ゴルフクラブは回転速度の間接測定をもたらす組合せセンサを用いていたので、不正確な測定しか得られなかった。こうして、この特定のスイング変数の正確な測定が重要であるので、正確な角速度データを捕捉する手段を設けることが望まれる。

【0018】本発明に従った機器装備ゴルフクラブシステムはさらに、外部データ処理手段およびインターフェイス手段から成り、機器装備ゴルフクラブと外部データ処理手段または計算手段との間の通信をもたらす。量的なスイングデータが捕捉され、処理手段に転送され、そして所望の表示形式でゴルファーに提示され、ゴルフスイング力学に関しての意味あるフィードバックがもたらされる。表示形式としては、図形式、表形式その他の視覚的形式がある。

【0019】加えて、本発明の機器装備ゴルフクラブシステムは、クラブヘッド幾何、シャフト力学、構造材料の振る舞いならびに重りのタイプおよび位置などの変数の調査を含むゴルフクラブの設計ツールとして利用できる。例として、異なるクラブヘッド重り位置の効果を広範なゴルフスイングについて測定でき、この範囲のスイング内での改良された性能を得ることができる。

【0020】従って、本発明の一目的は、外部データ転送ケーブル、ワイヤまたは無線送信の中間的媒体の必要性無しに、ゴルフクラブ内のデータを測定し記録することが可能な機器装備ゴルフクラブを提供することである。

【0021】本発明の上記目的および他の目的は、以下

の実施態様の説明から当業者にとってより明白になるう。

【0022】

【発明の実施の形態】図面を使って、本発明の実施の形態を説明する。

【0023】図1は、機器を装備したゴルフクラブシステム2を示す。機器装備ゴルフクラブシステム2は、機器装備ゴルフクラブ10と、インターフェイス手段18と、計算または処理手段28とから構成される。機器装備ゴルフクラブ10は、グリップ12、シャフト14、クラブヘッド16、ならびに以下に説明する複数のセンサ62, 64, 66, 68, 98, 102, 104, 124, 126, 128および130（図4および図5に示す）から構成される。センサ62, 64, 66, 68, 98, 102, 104, 124, 126, 128および130により測定されたデータは、インターフェイス手段18を介して、機器装備ゴルフクラブ10から計算手段28へと転送される。

【0024】好適実施態様においては、クラブヘッド16は、本明細書中に参考文献として組み込む米国特許出願09/474, 927号（一体型ソールプレートおよびホーゼル）に開示されたような複合材料からなる。しかしながら、当業者が認識するように、本発明の真意および範囲から逸脱することなく、金属等の他の材料を用いることもできる。本発明のクラブヘッド16は、好ましくは、標準的な金属クラブヘッドよりも軽量であり、クラブヘッド16に内蔵された回路および電子素子の重量を補償する。回路および電子素子と合わせたクラブヘッド16の重量は、標準的な金属のクラブヘッドの重量に近い。

【0025】図2は、クラブヘッド16の上部斜視図であり、トップ（top）30、ヒール（heel）領域32、フェース（face）34、トゥ（toe）領域36、リア（rear）領域38、およびリボン（ribbon）40を示している。右手座標系を用いて、図2にX, Y, Z軸を示してある。X軸は、（図3に示す）ソールプレート（sole plate）54から（アドレス位置において）垂直方向である。Y軸は、トゥ領域36からヒール領域32へと（アドレス位置において）水平方向である。Z軸は、フェース34からリア領域38へと（アドレス位置において）水平方向である。

【0026】図2Aは、第1の屈曲面49と第2の屈曲面51を示している。シャフト14の中心軸線（図示せず）が第1の屈曲面49と第2の屈曲面51との交差線を定義する。第1の屈曲面49はクラブヘッド16のフェース34に整合し、第2の屈曲面51は第1の屈曲面49に直交、すなわち90°の角度をなす。

【0027】図3に示すように、クラブヘッド16は、その内部に連なる入り口50を有する。ソールプレート54がネジ機構を介してクラブヘッド16に固着されて

いる。

【0028】図4は、図1のIV-IV領域で定義された、機器装備ゴルフクラブの一部を示しており、第1のひずみゲージ62と、第2のひずみゲージ64と、第3のひずみゲージ66（仮想線）と、第4のひずみゲージ68（仮想線）とを示している。これらのひずみゲージはシャフト14の周囲に90°づつの間隔をあけて配置されている。第1のひずみゲージ62は、第1のワイヤ70と、第2のワイヤ72と、第3のワイヤ74とを有している。第2のひずみゲージ64は、第4のワイヤ76（仮想線）と、第5のワイヤ78（仮想線）とを有している。第3のひずみゲージ66（仮想線）は、第6のワイヤ80（仮想線）を有し、第1のひずみゲージ62からの第1のワイヤ70に接続されている。第4のひずみゲージ68（仮想線）は、第7のワイヤ82（仮想線）と、第8のワイヤ84（仮想線）とを有し、第2のひずみゲージ64からの第5のワイヤ78に接続されている。第2のひずみゲージ64は、第4のひずみゲージ68とともに調和して機能し、第1の屈曲面49（図2Aに示す）内でのシャフト14のたわみを測定する。同様に、第1のひずみゲージ62は、第3のひずみゲージ66とともに調和して機能し、第1の屈曲面49に直交する第2の屈曲面51（図2Aに示す）内でのシャフト14のたわみを測定する。

【0029】図5は、ゴルフクラブ10の切断斜視図であり、クラブヘッド16の切断図と、シャフト14のグリップ12の切断図を示している。シャフト14は末端86において開口部を有している。シャフト14は、電源、電子回路、センサおよび必要な配線を内蔵するための中空区画室（compartment）を有している。キャップ88を用いて、シャフト14の中空区画室を覆う。好適な実施態様では、電源は、少なくとも第1のバッテリー92と第2のバッテリー94とを含むバッテリーチューブ90である。バッテリー92, 94は、機器装備ゴルフクラブ10に内部電源を供給する。好適には、バッテリー92, 94は、シャフト14の中空区画室内部の最初の位置を占める。

【0030】角速度センサ98がバッテリーチューブ90に近接して位置され、シャフト14のグリップ領域の回転率（速度）の直接測定をもたらす。好適実施態様においては、角速度センサ98は、Crossbow Technologies, Inc., San Jose, Californiaで製造されるモデル番号CGX500M1のセンサである。角速度センサ98により測定されたデータが、シャフト14の末端86付近に位置する電子回路99の内部メモリデバイスに送信される。角速度センサ98は好適には、バッテリー92, 94とつシャフト電子回路ボード99とに近接する。

【0031】1枚または2枚のボードであって良いシャフト電子回路ボード99は、リングバッファメモリ134である内部メモリデバイスと、メインマイクロプロセ

ッサ136と、電源制御回路120と、シャフト14の根元部分のひずみゲージのための信号条件回路121と、角速度センサ98のための信号条件回路と、シリアル通信回路と、ひずみゲージおよび角速度センサ98のためのフィルタ回路と、アナログデジタル変換回路とを含む。シャフト電子回路ボード99は代表的には、電源回路ボードである。

【0032】リングバッファメモリ134は、それぞれ個々のリングバッファメモリとして機能する複数のセグメントからなる。リングバッファメモリ134は、ループ形状でデータを記録する。より詳細には、最古のデータが連続的に最新のデータに置き換えられるように、ループを移動しながらデータが記録されていく。そのようなデータ記録は、秒針が時計表面を回りながらデータを破棄し記録していく時計に類似している。データ記録の開始が12時であり、秒針が一周し12時に戻ってくると、12時の位置にある最古のデータが最新のデータに交換される。電源制御回路120は、機器装備ゴルフクラブ10の回路および電子素子の全てに適切な電源を供給する電圧分配器140を含む。

【0033】シャフトの根元内のひずみゲージのための信号条件回路121は、第1のひずみゲージ回路142と、第2のひずみゲージ回路144と第3のひずみゲージ回路146とを含む。第1のひずみゲージ回路142は、ホイートストンブリッジとして機能し、第1のひずみゲージ62 (図4) および第3のひずみゲージ66 (図4の仮想線) からの信号を受信する。第1のひずみゲージ回路142からの結果物は、第1、第3のひずみゲージ62、66の位置における第2の屈曲面51内でのシャフト14のたわみの測定値である。第2のひずみゲージ回路144もまた、ホイートストンブリッジとして機能し、第1のひずみゲージ回路142と同様に機能し、第2のひずみゲージ64 (図4) および第4のひずみゲージ68 (図4の仮想線) からの信号を受信する。第2のひずみゲージ回路144からの結果物は、第2、第4のひずみゲージ64、68の位置における第1の屈曲面49内でのシャフト14のたわみの測定値である。

【0034】第5のひずみゲージ102および第6のひずみゲージ104が、クラブヘッド16付近でシャフト14の周囲に180°の間隔をあけて配置されている。第5のひずみゲージ102は、第9のワイヤ106と、第10のワイヤ108と、第11のワイヤ110とを有する。第6のひずみゲージ104は、第12のワイヤ112を有し、第9のワイヤ106に接続されている。第9のワイヤ106は、第5のひずみゲージ102と第6のひずみゲージ104とに共通である。第5のひずみゲージ102は、第6のひずみゲージ104とともに調和して機能し、第1の屈曲面49内でのシャフト14のたわみを測定する。ワイヤ108、110、112が、第5のひずみゲージ102および第6のひずみゲージ10

4からの信号を、クラブヘッド16内部のひずみゲージ条件ボード122へと運ぶ。

【0035】例えばエポキシなどの可撓性ポリマー (図示せず) の薄い層を用いて、ワイヤをシャフト14に接合し、かつシャフト14のたわみ性 (可撓性) を維持する。好適な実施態様では、機器装備ゴルフクラブ10のクラブヘッド16内のセンサからのワイヤは、機器装備ゴルフクラブ10がゴルフボールアドレス位置にあるときにシャフト14のユーザに面する側においてシャフト14の長さ方向に沿って配置される。この配置がワイヤ配置として好ましい。何故なら、シャフト14のこの位置が他の位置に比べてストレス (応力) が低いからであり、かつ高価な可撓性ワイヤリング回路の使用を排除できるからである。

【0036】ワイヤ108、110、112がともに引き回されて束ワイヤ114を形成し、入り口50を介してクラブヘッド16から外部へ出る。クラブヘッド16の内部は、加速ボード116と、加速度計118のための信号条件ボードと、ひずみゲージ条件ボード122とを含む。

【0037】ゴルフボールへの反復的インパクトの間、回路および電子素子の寿命を保障するために、絶縁材料を用いることができる。好適な実施態様において、ウレタン射出フォーム (図示せず) が、ショックアブソーバーとして機能するように、クラブヘッド16の内側周囲に位置される。ウレタンフォームは、ガラス充填エポキシ (図示せず) とともに、加速度計ボード116、信号条件ボード118およびひずみゲージ条件ボード122の間の剛性支持体として機能する。

【0038】加速度計ボード116は好適には、第1の加速度計124、第2の加速度計126、第3の加速度計128および第4の加速度計130を含む。加速度計124、126、128、130は、3つの座標軸X、Y、Z (図2) の方向におけるクラブヘッド16の加速度を測定する。

【0039】図6に示すように、加速度計124、126、128、130を加速度計ボード116上に配置する。第1の加速度計124が、Z軸に沿ったクラブヘッド16のトゥ領域36の加速度を測定する。第4の加速度計130が、Z軸に沿ったクラブヘッド16のヒール領域32の加速度を測定する。第2の加速度計126および第3の加速度計128が、それぞれX、Y軸 (図2) に沿ったクラブヘッド16の加速度を測定する。

【0040】ひずみゲージ条件ボード122は、ホイートストンブリッジとして機能する第3のひずみゲージ回路146を有して、第5のひずみゲージ102 (図5) および第6のひずみゲージ104 (図5の仮想線) からの信号を、付設ワイヤ108、110、112を介して受信する。第3のひずみゲージ回路146からの結果物は、第5、第6のひずみゲージ102、104の位置に

おける第1の屈曲面49内でのシャフト14のたわみの測定値である。

【0041】多くの電子装置をクラブヘッド16ではなくシャフト14内に配置することで、異なるクラブでのゴルファーのスイングを解析するためにいろいろなクラブヘッド16の使用が可能になる。さらに、クラブヘッド16内の部品はモジュラーであり、損傷の際に容易に交換ができる。そのような交換は、脱着可能なソールプレート54を介して実行できる。

【0042】インターフェイス手段18は、接続プラグ18aとシリアルインターフェイス装置18bとを含む(図1)。接続プラグ18aは好適には、シャフト電子ボード99上にある12個の受容器に接続するための同様に配置された12本のピンを有する。接続されると、インターフェイス装置は外部電源を機器装備ゴルフクラブ10に供給し、バッテリー92、94を充電する。機器装備ゴルフクラブ10により収集されたデータが、インターフェイス装置18を介してコンピュータ手段に転送される。

【0043】

【好適な動作の説明】図7は、本発明の実施態様に従った機器装備ゴルフクラブシステム(図1)の動作ステップを表した3つの部分からなるフローチャートの関係を表す概念図である。3つの部分のフローチャートは、それぞれ図7A、図7B、図7Cに示す。図7Aに示す最初のフローチャートは、ステップ200において開始する。ステップ202において、計算手段またはデータ処理手段28内部で利用可能なスイング解析ソフトウェアプログラムを開き、プログラムの実行可能状態を確認する。もしプログラムが応答しないならば、ステップ204において、プログラムをリブートし、あるいは計算手段をリブートする。

【0044】ステップ206において、機器装備ゴルフクラブ10がインターフェイス装置18に接続される。インターフェイス接続プラグ18aの12本のピンを、シャフト14内のシャフト電子回路ボード99の12個の受容器に整合して挿入する。ステップ208において、クラブ10とインターフェイス手段18との間で正常な接続がされたか否かに関する質問がなされる。もし接続が正常でなければ、ステップ210において様々なアクションがとられ、問題を解決して正常な接続を確立する。

【0045】ステップ210において、可能な解決策は以下の通りである。ピンの整合性をチェックする；バッテリー92、94の条件をチェックする；そしてピンまたは受容器の汚れや酸化をチェックして除去する。

【0046】ステップ212において、テストインターフェイススクリーン(図8)が開かれ、ステップ214において、計算手段28が機器装備ゴルフクラブ10と通信状態にあることを確認する。もし通信が確立されて

いなければ、ステップ216において、以下のことを実行する。バッテリー92、94をチェックする；そしてインターフェイス手段18と計算手段28との間の接続をチェックする。ステップ218において、第1、第2、第3、第4、第5および第6のひずみゲージ62、64、66、68、102および104と、角速度センサ98と、第1、第2、第3および第4の加速度計124、126、128および130とのための初期化を開始する。ステップ218において、リングバッファメモリ134のクリアも実行する。

【0047】ステップ220において、センサスクリーン(図9)を開き確認する。ステップ222において、機器装備ゴルフクラブ10の直接動作のテストを行う。ステップ224において、第1、第2、第3、第4、第5および第6のひずみゲージ62、64、66、68、102および104の機能に関する質問をする。ステップ226において、もしひずみゲージが正常に動作していないならば、以下のことが実行される。ひずみゲージ条件ボード122のワイヤおよびひずみゲージをチェックする；第1、第2および第3のひずみゲージ回路142、144および146をチェックする；そして第1、第2、第3、第4、第5および第6ひずみゲージ62、64、66、68、102および104をチェックする。ステップ228において、第1、第2、第3、第4、第5および第6のひずみゲージ62、64、66、68、102および104のためにそれぞれ、ゼロおよび分路校正を確認し、シャフト14を手で曲げ、確認スクリーン(図9)上でデータをモニタする。

【0048】図7Bのステップ230において、第1、第2、第3および第4の加速度計124、126、128および130の動作を確認する。ステップ232において、もし加速度計のどれかが正常に動作していないならば、加速度計ボード116をオシロスコープに付ける。ステップ234において、第1、第2、第3および第4の加速度計124、126、128および130のためのゼロ点を確認し、値をセンサスクリーン(図9)上に表示する。ステップ236において、角速度センサ98の動作を確認する。ステップ240において、もし角速度センサが正常に動作していないならば、角速度センサ98とシャフト電子回路ボード99との接続状態を調査する。もし角速度センサ98が正常に動作しているならば、次に、ステップ238において、角速度センサ98のための初期値が確認され、センサスクリーン(図9)上に値を表示する。

【0049】ステップ242において、インターフェイス手段からの機器装備ゴルフクラブ10の接続分離に関する質問がなされる。もし答えがNOならば、ステップ248に進む。一方、答えがYESならば、次にステップ244において、問題解決のためにクラブ10からバッテリー92または94のどれかの取り出しに関する質問をす

る。もし答えがYESならば、次にステップ246において、新しいバッテリーを挿入してステップ206へと進む。もしバッテリー92、94がバッテリーチューブ90内に留まり、機器装備ゴルフクラブ10に一定電力を供給しているならば、ステップ248において、機器装備ゴルフクラブ10をインターフェイス手段18から分離する。

【0050】この時点で、機器装備ゴルフクラブシステム2の機器装備ゴルフクラブ10は、外部電源からバッテリー92、94による内部電源へと切り替わる。そして、リングバッファメモリ134がデータ記録(図10)を開始する。機器装備ゴルフクラブ10はデータを記録可能であり、再びインターフェイス手段18に再接続されるまで約2時間内部電源を維持可能である。

【0051】ステップ250において、ゴルファーが通常のスイングをしてゴルフボールをヒットする。ステップ252において、もし第1または第4の加速度計124または130からのデータがそれぞれしきい値250g(重力加速度)よりも大きい場合には、次にステップ254においてリングバッファメモリ134がデータブロックを記録する。このことを、インパクトしきい値トリガーイベントと呼ぶ。本発明の一実施態様において、リングバッファメモリ134は8回のゴルフスイングまで記録可能であり、8回のゴルフスイングの対応データをデータブロック150(図示せず)内に記憶する。機器装備ゴルフクラブシステム2は、ゴルファーが9回以上スイングしたらリングバッファメモリ134が現存のデータブロック150を越えて記録しないように、構成しても良い。

【0052】好適な実施態様においては、データブロック150の持続時間は十分であり、バックスイング開始点152、バックスイング相154、ダウンスイング相156、およびフォロースルー相160での機器装備ゴルフクラブ10の減速を含むことができる。これらの全てが図11乃至図14に示されている。従って、データブロック150は、インパクト前記録時間162、インパクト点158およびインパクト後記録時間164によって定義される。好適には、インパクト前記録時間は約3秒であり、インパクト後記録時間は約1秒である。より詳細には、インパクトが検出された後に、リングバッファメモリ134が、インパクト前3秒間に対応するデータおよびインパクト後1秒間のデータを保存する。データ収集速度またはスキャン速度(scan rate)は、毎ミリ秒に1回のデータスキャンである。しかしながら、もしスイング中のインパクト時158または他の相でのより詳細なデータが望まれるならば、サンプリング間隔を縮めてデータ収集速度を上げて良い。

【0053】図7Cのステップ256において、機器装備ゴルフクラブシステム2が、データブロック150のための一義的なアドレス位置およびポインタを確立す

る。ステップ258において、二次的マイクロプロセッサ138によりポインタが指示される。ステップ260において、テスト完了に関する質問がなされる。もし答えがNOならば、次にステップ262において、8回のスイングが終了したか否かの質問がなされる。もしこの質問に対する答えがNOならば次にステップ264において、ステップ250に進む。もしこの質問に対する答えがYESならば、あるいはテストが完了したならば、ステップ266に進む。8回のスイングを終了した時点で、あるいはそれ以下でもゴルファーがスイング回数に満足した時点で、ステップ260において、スイングデータの収集を完了する。

【0054】ステップ266において、機器装備ゴルフクラブ10がインターフェイス手段18に再接続され、計算手段28へのデータブロック150の転送を実行する。機器装備ゴルフクラブ10がインターフェイス手段18に再接続されると、機器装備ゴルフクラブ10に対して外部電源が供給され、バッテリー92、94が充電される。

【0055】ステップ268において、クラブ10とインターフェイス手段18との間の正常な接続を確認する。もし接続が正常でないならば、ステップ270において、問題を解決し正常な接続を確立するためにさまざまなアクションをとることができる。ステップ268において正常なインターフェイス接続が確立されたならば、ステップ272においてデータブロック150が計算手段28へとダウンロードされる。ステップ274において、機器装備ゴルフクラブシステム2のオペレータが、異常検出のためにデータブロック150の全てを検査する。ステップ276において、もし異常が検出されたらステップ272へ戻り、もし異常が無ければステップ278へと進む。ステップ278において、スイングデータの検出、収集、記録およびダウンロードが完了する。この時点で、収集したデータがさまざまな形式で提示され、有用で有益な情報がゴルファーに示される。この生のデータを操作して、より使いやすい方式で情報がゴルファーに与えることができる。例えば、角速度センサに関するデータのグラフをゴルファーに見せる代わりに、スイング中のゴルファーおよびゴルフクラブを図解して示すようなソフトウェアを開発できる。この図解は、記録データとしてのゴルフクラブの角速度を視覚的に表示するものである。

【0056】図8に示すインターフェイステストスクリーンまたはOBDデータ収集(OBD DATA-RETRIEVAL)スクリーンの例が、4つの主要ブロックから構成されている。状況(STATUS)ブロック300、ヘッダ情報(HEADER INFO.)ブロック302、校正情報(CALIBRATION INFO.)ブロック304およびスイングダウンロード(SWING DOWNLOAD)ブロック306である。状況ブロック300は、機器装備ゴルフクラブシステム2の状況を表示

するための状況表示308から構成され、機器装備ゴルフクラブ10とデータ処理手段28との間の通信を確認するための接続チェック (CHECK CONNECTION) ボタン310を与える。ヘッダ情報ブロック302は、スイング回数 (#SWINGS) 表示312、実際のチャンネルの回数 (#ACTIVE CHANNELS) のための表示314、リードヘッダ (READ HEADER) ボタン316、OBD初期化 (INITIALIZE OBD) (On Board Diagnosisボード上診断) ボタン318を有する。#ACTIVE CHANNELS314に8が表されると、データストリームの個数を意味する。すなわち、第1のひずみゲージ回路142；第2のひずみゲージ回路144；第3のひずみゲージ回路146；第1の加速度計124；第2の加速度計126；第3の加速度計128；第4の加速度計130；および角速度センサ98である。READ HEADERボタン316が記録されたスイング回数 (好適実施態様では8回まで) を表示し、INITIALIZE OBDボタン318が前に記録したデータを消去する。

【0057】CALIBRATION INFO.ブロック302が、傾斜 (SLOPE) 行320；オフセット (OFFSET) 行322；ゼロカウント (ZERO COUNTS) 行324；チャンネル0 (CHAN.0) 列326；チャンネル1 (CHAN.1) 列328；チャンネル2 (CHAN.2) 列330；チャンネル3 (CHAN.3) 列332；チャンネル4 (CHAN.4) 列334；チャンネル5 (CHAN.5) 列336；チャンネル6 (CHAN.6) 列338；およびチャンネル7 (CHAN.7) 列340を有する。SLOPE行320、OFFSET行322、ZERO COUNTS行324内の値を、各チャンネル列326、328、330、332、334、336、338および340に対しての線形の方程式で用いる。その線形方程式は、ミリボルトから工学ユニットへの変換である。CALIBRATE OBDボタン342を用いて、ボルト表示または工学表示を切り替えることができる。

【0058】スイングダウンロード (SWING DOWNLOAD) ブロック306は、スイング回数 (SWING NUMBER) 表示344、およびスキャン回数 (SCAN NUMBER) 表示346を有する。SWING NUMBER表示344はどのスイングが計算手段28にダウンロードされたかを示し、SCAN NUMBER表示346は、データ収集の順序時間ラインを示す。ダウンロード表示バー348が、ダウンロードセッションの完了パーセンテージを示す。リードオールスイング (READ ALL SWINGS) ボタン346が、全てのデータを計算手段28にダウンロードする。アボート (ABORT) ボタン352を用いて、ダウンロードセッションを中止できる。セッションプロファイル (SESSION PROFILE) ボタン354を用いて、1つのデータダウンロードセッションに関する全てのヘッダ情報を表示する。例えば、機器装備ゴルフクラブ10の特定、ゴルフフェア、日付、スイング回数312、セッションの特定および関連情報などである。センサ動作確認 (VERIFY SENSOR OPERATION) ボタン356が、図9のセンサ動作スクリーン

を開く。通信ポート設定 (COMM. PORT SETTINGS) ボタン358を用いて、シリアルポート通信設定を変える。例えば、インターフェイス手段18に関連するボーレート、シリアルポート特定などである。閉鎖 (CLOSE) ボタン360を用いて、図8のインターフェイステストスクリーンから出ることができる。

【0059】図9は、センサ動作確認 (VERIFY SENSOR OPERATION) スクリーンの例を示す。VERIFY SENSOR OPERATIONスクリーンは、センサ実時間表示 (SENSOR REAL TIME DISPLAY) ボックス362、センサ特定 (SENSOR IDENT) コラムヘッダ364、現在値 (CURRENT VALUE) コラムヘッダ366、および現在工学ユニット (ENGINE UNITS) を表示しているユニット (UNITS) コラムヘッダ368を有する。Zサージ・トウ (Z-SURGE TOE) 表示370が第1の加速度計124からのデータを表示し；Xヒープ (X-HEAVE) 表示372が第2の加速度計126からのデータを表示し；Yスウェイ (Y-SWAY) 表示374が第3の加速度計128からのデータを表示し；Zサージ・ヒール (Z-SURGE HEEL) 表示376が第4の加速度計130からのデータを表示し；トウダウン根元 (TOE DOWN BUTT) 表示380が第1のひずみゲージ回路142からのデータを表示し；根元送出 (SENDING BUTT) 表示380が第2のひずみゲージ回路144からのデータを表示し；先端曲げ (TIP BENDING) 表示382が第3のひずみゲージ回路146からのデータを表示し；速度センサ (RATE SENSOR) 表示384が角速度センサ98からのデータを表示する。

【0060】表示RT (DISPLAY RT) ボタン386を用いて、SENSOR REAL TIME DISPLAYボックス362内の実時間センサデータを与える。停止RT (STOP RT) ボタン388を用いて、SENSOR REAL TIME DISPLAYボックス362内の統計的表示を与える。トグルユニット (TOGGLE UNITS) ボタン390が、SENSOR REAL TIME DISPLAYボックス362内のUNITSヘッダコラム368に示す直接ボルト (DIRECT VOLTAGE) 表示または工学表示 (ENGINE UNITS) のいずれかを与える。イネイブル分路 (ENABLE SHUNT) ボタン392が、第1のひずみゲージ回路142、第2のひずみゲージ回路144および第3のひずみゲージ回路146の校正を与える。

【0061】所望のひずみゲージ回路142、144および/または146内部に抵抗器を置き、TOE DOWN BUTT表示378、SENDING BUTT表示380、TIP BENDING表示382のそれぞれの正常値を確認することにより、校正が達成される。校正OBD (CALIBRATION OBD) ボタン396を用いて、第1の加速度計124；第2の加速度計126；第3の加速度計128；第4の加速度計130；第1のひずみゲージ回路142；第2のひずみゲージ回路144；第3のひずみゲージ回路146；および角速度センサ98をゼロ点調整する。閉鎖 (CLOSE) ボタン398を用いて、図9のVERIFY SENSOR OPERATION

スクリーンから出る。

【0062】図10は、実際のスイング／ゴルフボールインパクト前の、機器装備ゴルフクラブ10が実行可能状態にあるときの初期データの例である。図10の上部に、図8に示した傾斜 (SLOPE) 行320、オフセット (OFFSET) 行322およびゼロカウント (ZERO COUNTS) 行324を含む。SLOPE行320、OFFSETぎょう322およびZERO COUNTS行324は、各チャネルコラム326、328、330、332、334、336、338および340に対する線形方程式に用いる。その線形方程式は、ミリボルトから工学ユニットへと変換である。SWING回数表示344がどのゴルフスイングが計算手段28にダウンロードされているかを示し、SCAN回数表示346がデータ収集の順序時間ラインを示す。Z加速ヒール (ZACCLE HEEL) コラム400は、図9に示すZサージ・ヒール (Z-SURGE HEEL) 表示376であり、第4の加速度計130からのデータを表示する。

【0063】X加速度 (X ACCEL) コラム402は、図9に示すXヒープ (X-HEAVE) 表示372であり、第2の加速度計126からのデータを表示する。Y加速度 (Y ACCEL) コラム404は、図9に示すYスウェイ (Y-SWAY) 表示374であり、第3の加速度計128からのデータを表示する。Z加速度トゥ (Z ACCEL TOE) コラム406は、図9に示すZサージ・トゥ (Z-SURGE TOE) 表示370であり、第1の加速度計124からのデータを表示する。根元TD (BUTT TD) コラム408は、図9に示すトゥダウン根元 (TOE DOWN BUTT) 表示378であり、第1のひずみゲージ回路142からのデータを表示する。根元曲げ (BUTT BEND) コラム410は、図9に示す根元送出 (SENDING BUTT) 表示380であり、第2のひずみゲージ回路144からのデータを表示する。先端曲げ (TIP BEND) コラム382は、図9にも示す先端曲げ (TIP BENDING) 表示382であり、第3のひずみゲージ回路146からのデータを表示する。角速度 (ANG RATE) コラム412は、図9に示す速度センサ (RATE SENSOR) 表示384であり、角速度センサ98からのデータを表示する。

【0064】図11は、代表的なゴルフスイングの一部から収集したデータの表示例であり、スキャン番号 (SCAN) 1500の場所に記録されたインパクトポイント158を含み、スキャン番号1460から1499までのインパクトに先立つデータと、スキャン番号1501から1515までのインパクトに続くデータとを含む。スキャン番号1460乃至1515からの、サンプリング毎に2ミリ秒のデータ収集速度において、図11は実時間で約10分の1秒を表す。

【0065】Z加速ヒール (Z ACCEL HEEL) コラム400は、インパクトポイント158の前後で実質的に一定である。というのは、代表的ゴルフスイング中、Z軸は機器装備ゴルフクラブ10の動きに垂直だからである。しかしながら、クラブヘッド16のフェース34がヒッ

ティングまたはインパクト領域を通して回転すると、大きな正の、または前進の加速度がインパクトポイント158に生ずる。X加速度 (X ACCEL) コラム402は、加速度の求心力成分を表し、インパクトポイント158に向かって定常的に増大し、インパクトポイント158において大きな値を有し、その後一定値になる。

【0066】Y加速度 (Y ACCEL) コラム404は、Y軸内の加速度を表し、インパクトポイント158の前後で実質的に一定であり、インパクトポイント158付近で最小値に落ちる。Z加速度トゥ (Z ACCEL TOE) コラム406は、クラブヘッド16のトゥ領域36における、Z軸内での加速度を表す。Z加速度トゥコラム406内のデータは、Z加速度ヒールコラム400のデータの傾向を近似しているが、シャフト14から遠く離れているので大きな値を有する。すなわち、スイング中、トゥ領域36は、ヒール領域32よりも、シャフト14ピボット軸の周囲を高速で移動する。根元TD (BUTT TD) コラム408は、第2屈曲面51内における第1のひずみゲージ回路142からのデータを表す。このデータは、負から正への値に増加し、ダウンスイング中インパクトポイント158において大きな変化を受ける。

【0067】根元曲げ (BUTT BEND) コラム410は、第1の屈曲面49における第2のひずみゲージ回路144からのデータを表す。このデータは、インパクトポイント158より前で、負の値から正の値へと増大し、大きな負の値がインパクトポイント158で記録される。先端曲げ (TIP BEND) コラム382は、第1の屈曲面49における、第3のひずみゲージ回路146からのデータを表す。このデータは、インパクトポイント158に向かって、負の値が大きくなり、その後負の値を維持する。角速度 (ANG RATE) コラム412は、角速度センサ98の位置における、シャフト14の周りの回転速度を表す。この回転速度は増大していき、機器装備ゴルフクラブ10がインパクトポイント158付近で最大値に達する。

【0068】図12は、図11からのひずみゲージ回路データ (STRAIN GAUGE CIRCUIT DATA) の図形表示例である。横軸がスキャン番号 (SCAN NUMBER) であり、縦軸がミクロン単位でのひずみ (MICROSTRAIN) である。バックスイング開始点152からバックスイング相154において、根元TD (BUTT TD) コラム408データ (実線) および根元曲げ (BUTT BEND) コラム410データ (点線) の双方が、シャフト14のための正の値を示す。シャフト14のダウンスイング相156中に動きが逆転し、根元TDコラム408の値および根元曲げ (BUTT BEND) コラム410データの双方が、負の値を示す。先端曲げ (TIP BEND) コラム382データ (1点鎖線) は、インパクトポイント158で最大値となり、シャフト14の先端がインパクト時に最大のストレスを被るという予測に矛盾しない。

【0069】図13は、第1の加速度計124、第2の加速度計126、第3の加速度計128および第4の加速度計130からのデータ (ACCELEROMETER DATA) の図形表示例である。横軸がスキャン番号 (SCAN NUMBER) であり、縦軸がG単位での加速度 (ACCELERATION (G'S)) である。Z加速度トウ (Z ACCEL TOE) コラム406データ (1点鎖線) およびZ加速度ヒール (Z ACCEL HEEL) コラム400データ (実線) は、インパクトポイント158前で大体平行であり、その後発散している。X加速度 (X ACCEL) コラム402データ (点線) およびY加速度 (Y ACCEL) コラム404データ (鎖線) は、インパクトポイント158の前後で、互いに大体鏡像である。このことは、インパクトポイント158に向かってX軸およびY軸における加速度値がバランス良く上昇していることを意味し、効率的なゴルフスイングを示している。

【0070】図14は、角速度センサ98の図形表示例 (ANGULAR RATE SENSOR) を示している。横軸がスキャン番号 (SCAN NUMBER) であり、縦軸が回転速度 (度/秒) (ROTATION (DEGREES/SEC)) である。角速度コラム412データ (ANG. RATE) は、インパクトポイント158付近で最大値に達し、ゴルフクラブがインパクト領域に達して離れる際にクラブフェースの角速度の変化が最大になるという予測に矛盾しない。

【0071】いったん生データが収集されると、ゴルファーのスイング中のゴルフクラブの特徴を絵で描画でき、より有用、有益かつユーザフレンドリーになるような、データ処理プログラムを開発可能である。同様な手順をゴルフクラブ設計にも利用できる。例えば、クラブヘッドの幾何形状を改良し、クラブヘッドまたはシャフトの材料を選択し、クラブヘッド内部の重り材料の位置決めを助けるのに利用可能である。さらに、これらの生データを表示するのに様々な表、図形その他の視覚的形式を用いることができる。例えば、クラブヘッド最大加速度のゴルファーのスイング領域をハイライトするカメラとデータを同期させることや、手の回転およびシャフト曲げストレスを含む。

【0072】さらに、個々のゴルフスイングまたはゴルフクラブ設計からのデータを、ゴルフスイングまたは設計に関連したゴルフボール打ち出しデータに対して、プロットすることもできる。それにより、距離および正確性を改良するような変化が示唆されうる。センサデータの交差プロット (Cross-plotting) (例えば、横座標にセンサをプロットし、縦座標に異なるセンサをプロットすること。) を利用することも可能であり、加速度対角速度データなどの2以上の機械的または物理的形状の重要な関係を確立するのが重要である。

【0073】機器装備ゴルフクラブ10で用いるセンサは、異なる形式を持っても良く、その場合でも、同様なデータを獲得できる。例えば、加速度を測定するため

に、加速度計の代わりに、光ファイバーを備えた干渉計を用いることができる。本発明に従った機器装備ゴルフクラブシステム2の好適実施態様などのような機器装備ゴルフクラブが開示されると、コンピュータプログラム当業者が、これらの生データを得て、よりユーザフレンドリーなピクチャ出力をもたらすことができる。例えば、ゴルフクラブヘッドのヒール領域およびトウ領域の加速度に関連する角速度の生データを分析・処理することにより、ゴルフボールインパクト前、際および後における、ゴルフクラブヘッドの挙動をコンピュータで描画するようなプログラムを開発できる。これにより、ゴルファーは、物理的に測定した数値データ以上の有用なフィードバックを得ることができ、インパクトの際にゴルフクラブフェースを開いたままにすべきか、あるいは閉じた方が良いのかを知ることができる。

【0074】さらに、これらのデータは、特定タイプのゴルファーまたは個々のゴルファーに適切なゴルフクラブを設計するのにも、利用可能である。特定タイプのゴルファーに適切なタイプのシャフトを決定するために、様々なシャフトをテストに用いることができる。シャフトは、寸法、厚さ、可撓性その他においていろいろな値を有する。一例として、1つのゴルファースイングのために各タイプのシャフトを試し、どのシャフトがある特定タイプのゴルファーに適切であるかを決定できる。

【0075】種々のクラブヘッドをテストに用いることもでき、ある特定のタイプのゴルファーにどのタイプのクラブヘッドが適切であるかを決定できる。クラブヘッドは、材料組成、質量、重り位置 (例えば、重力中心) その他の要素においていろいろなタイプがある。上記のように、一例として、1つのゴルファースイングのために各タイプのクラブヘッドを試し、どのクラブヘッドがある特定タイプのゴルファーに適切であるかを決定できる。変形的には、特定タイプのゴルファーに適切なクラブヘッドを決定するためにデータを利用できる。

【0076】これまで特定の実施態様について説明してきたが、特許請求の範囲により定義される本発明の真の範囲を逸脱することなく、多くの変化、変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブの斜視図であり、機器装備ゴルフクラブ、付帯インターフェイス手段および外部コンピュータ手段が示されている。

【図2】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブのトウ部分の斜視図であり、所定のXYZ座標系を示している。

【図2A】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブのシャフトたわみ (曲げ) 平面を示している。

【図3】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブのヘッド底部のトウ部分の斜視図である。

【図4】図1のIV-IV部分である、機器装備ゴルフクラブの一部の斜視図であり、正面において直交して配置された2つのひずみゲージと、背面において直交して配置された2つのひずみゲージ（仮想線）とを示している。

【図5】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブの切断斜視図であり、ゴルフクラブヘッド内の複数の回路ボードと、グリップ領域の切断図を示している。

【図6】図5の回路ボードの分解斜視図である。

【図7】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブの動作手順を示す一連のフローチャート（図7A、図7B、図7C）の関係を示す図である。

【図7A】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブの動作手順を示す一連のフローチャートの最初の段階を示す図である。

【図7B】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブの動作手順を示す一連のフローチャートの途中の段階を示す図である。

【図7C】本発明の一実施態様に従った機器装備ゴルフクラブの動作手順を示す一連のフローチャートの最後の段階を示す図である。

【図8】テストインターフェイススクリーンの一例を示す。

【図9】センサスクリーンの一例を示す。

【図10】全てのセンサの初期値の例を示す。

【図11】代表的なゴルフスイングとボールインパクト中のセンサ値の例を示す。

【図12】代表的なゴルフスイング中に記録されたひずみゲージセンサデータの図形表示である。

【図13】代表的なゴルフスイング中に記録された加速度センサデータの図形表示である。

【図14】代表的なゴルフスイング中に記録された角速度センサデータの図形表示である。

【符号の説明】

2 機器装備ゴルフクラブシステム

10 機器装備ゴルフクラブ

18 インターフェイス手段

28 計算または処理手段

12 グリップ12

14 シャフト

16 クラブヘッド

62, 64, 66, 68, 98, 102, 104, 12

4, 126, 128および130 複数のセンサ

30 トップ (top)

32 ヒール (heel) 領域

34 フェース (face)

36 トウ (toe) 領域

38 リア (rear) 領域

40 およびリボン (ribbon)

54 ソールプレート (sole plate)

49 第1の屈曲面

51 第2の屈曲面

50 入り口

62 第1のひずみゲージ

64 第2のひずみゲージ

66 第3のひずみゲージ

68 第4のひずみゲージ

70 第1のワイヤ

72 第2のワイヤ

74 第3のワイヤ

76 第4のワイヤ

78 第5のワイヤ

80 第6のワイヤ

82 第7のワイヤ

92 第1のバッテリー

94 第2のバッテリー

90 バッテリチューブ

98 角速度センサ

99 電子回路

134 リングバッファメモリ

136 メインマイクロプロセッサ

120 電源制御回路

121 ひずみゲージのための信号条件回路

140 電圧分配器

142 第1のひずみゲージ回路

144 第2のひずみゲージ回路

146 第3のひずみゲージ回路

116 加速度計ボード

118 信号条件ボード

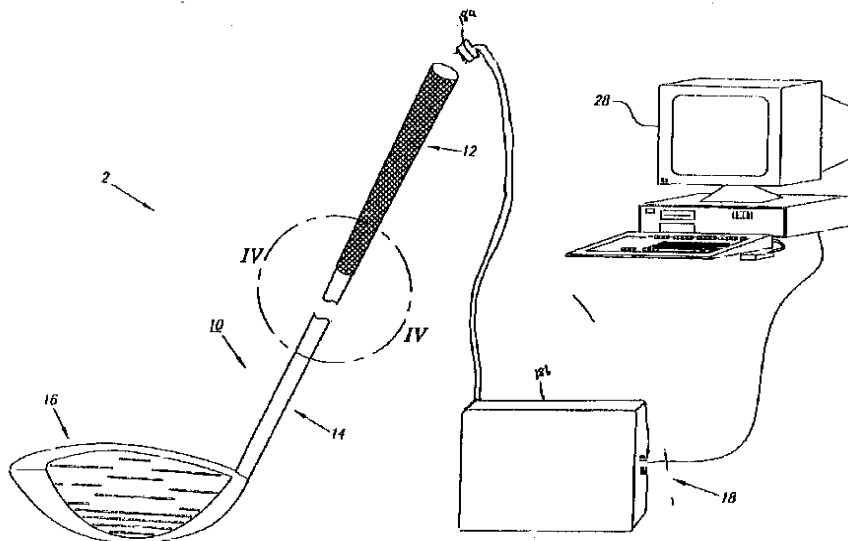
122 ひずみゲージ条件ボード

124, 126, 128, 130 加速度計

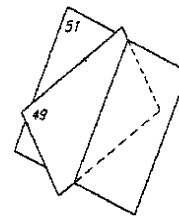
18a 接続プラグ

18b シリアルインターフェイス装置

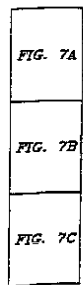
【図1】



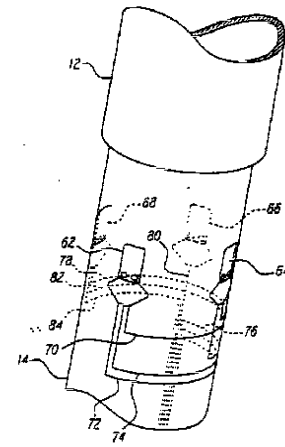
【図2A】



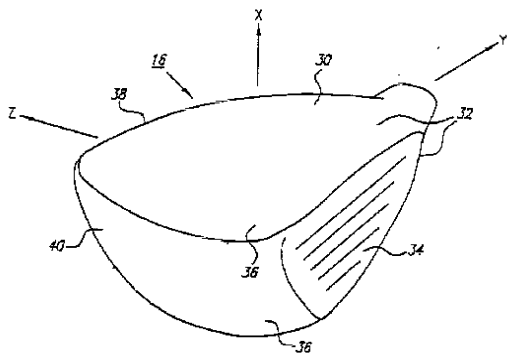
【図7】



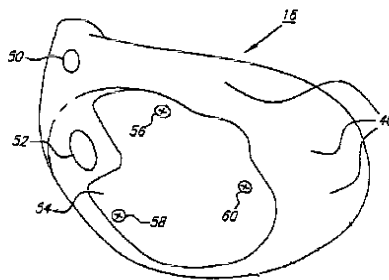
【図4】



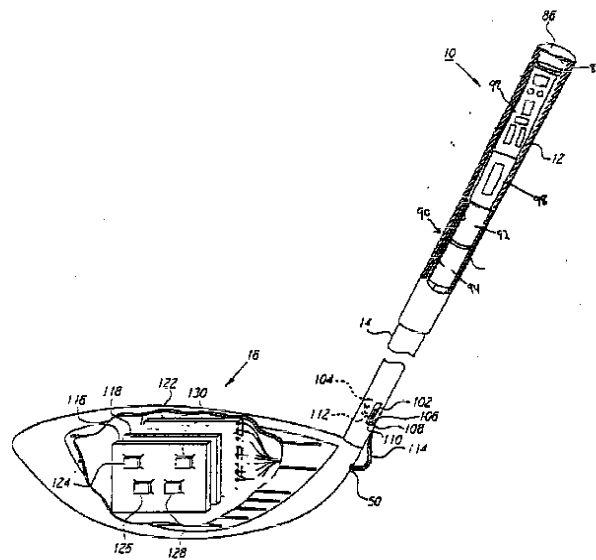
【図2】



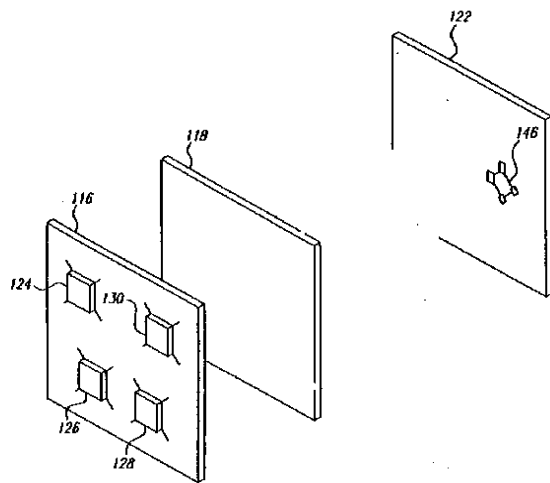
【図3】



【図5】



【図6】



【図8】

ORD - DATA RETRIEVAL

300 STATUS 310 CHECK CONNECTION

308

302 HEADER INFO. 316 READ HEADER

312 #SWINGS: 2 #ACTIVE CHANNELS: 8 314 INITIALIZE ORD 318

304 CALIBRATION INFO. 342 CALIBRATE ORD

	326	328	330	332	334	336	338	340
	CHW. 0	CHW. 1	CHW. 2	CHW. 3	CHW. 4	CHW. 5	CHW. 6	CHW. 7
320 SLOPE:	00.2500	00.2500	00.2500	00.2500	-02.1685	-02.1674	-02.1121	01.7180
322 OFFSET:	0001.25	0004.75	0001.00	0000.50	0071.58	0248.70	0110.83	-1594.30
324 ZERO COUNTS:	-0005	-0019	0004	-0002	00029	0101	0019	0528

306 SWING DOWNLOAD 350 READ ALL SWINGS

344 SWING NUMBER: 1 SCAN NUMBER: 414 346

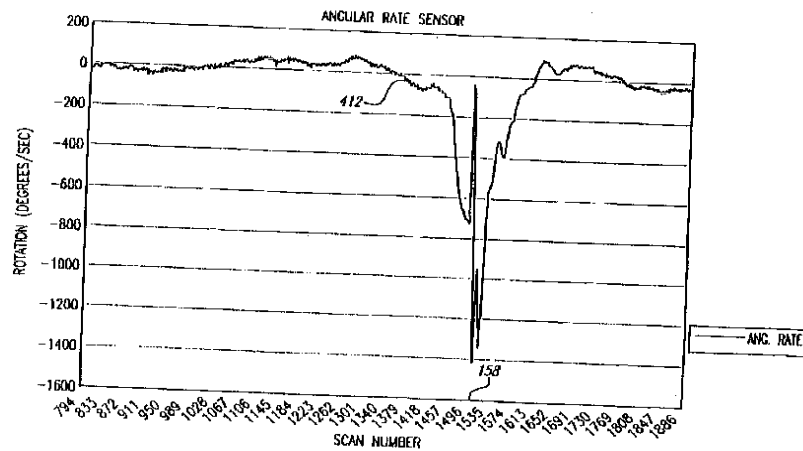
348 352 ABORT

354

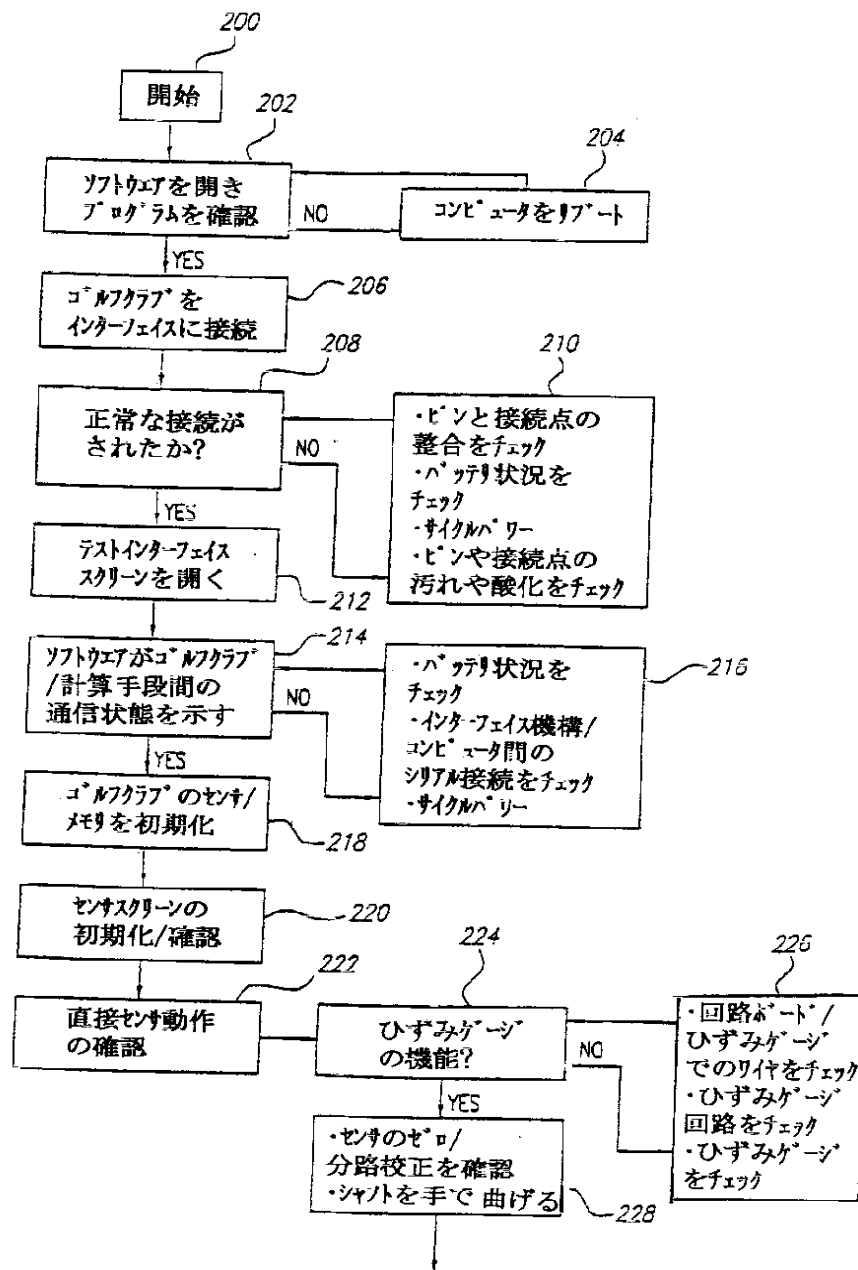
358 SESSION PROFILE VERIFY SENSOR OPERATION COMM PORT SETTINGS

360 CLOSE

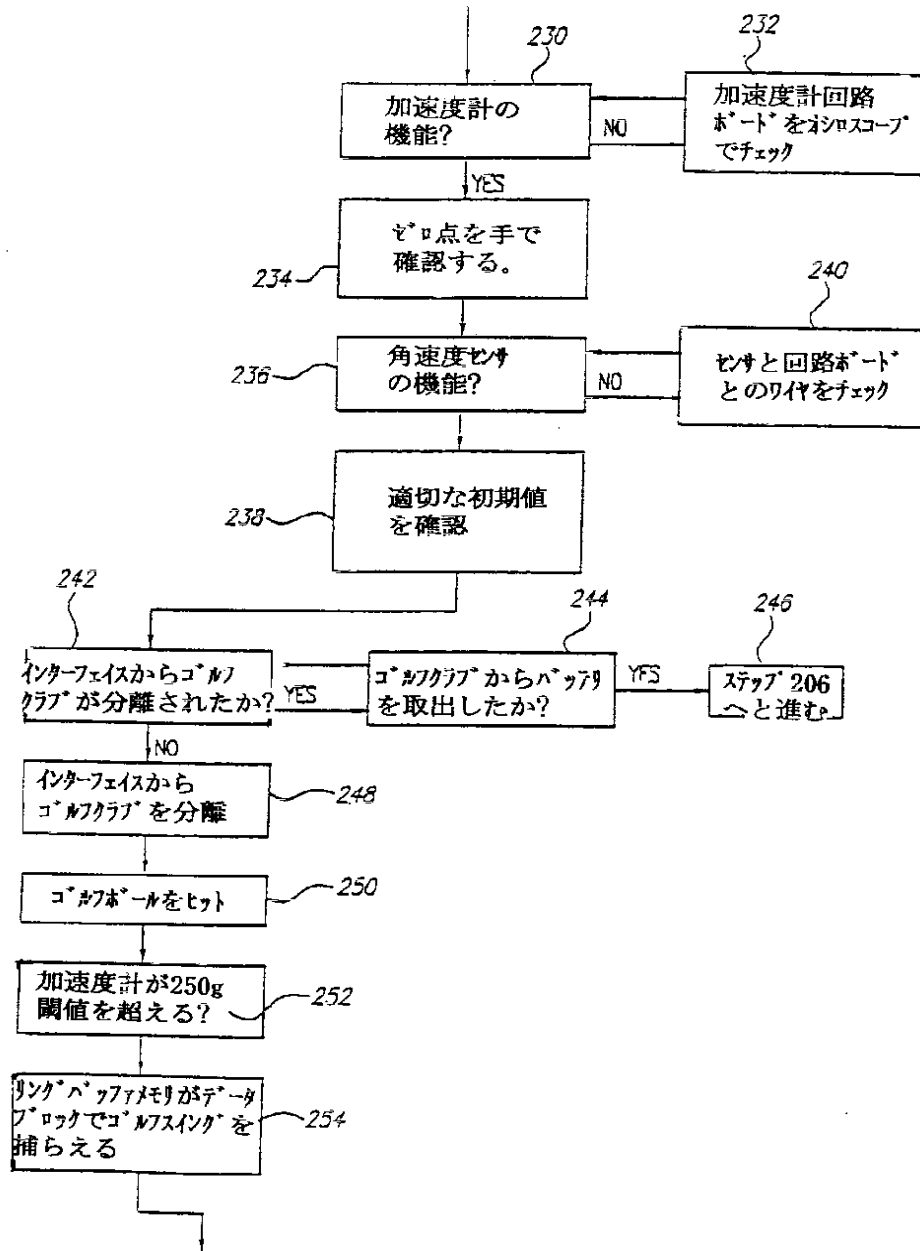
【図14】



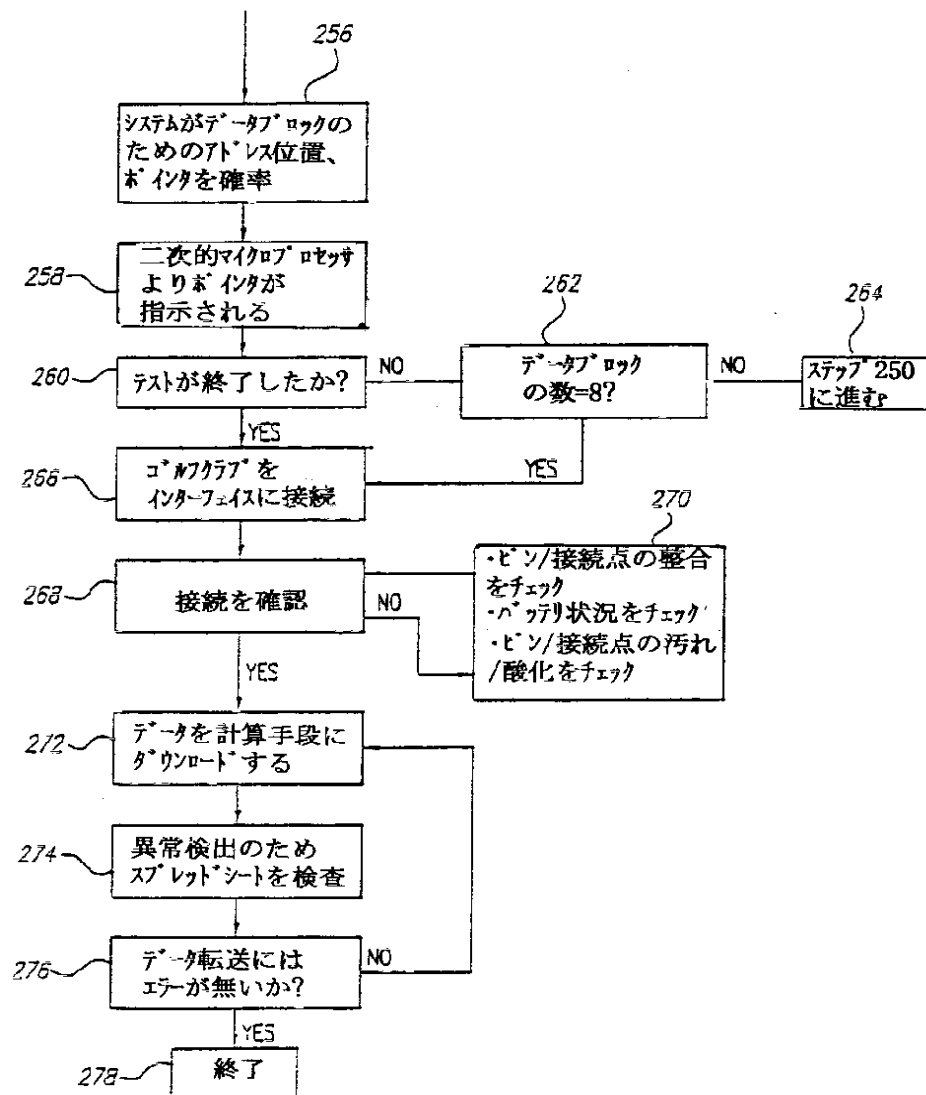
【図7A】



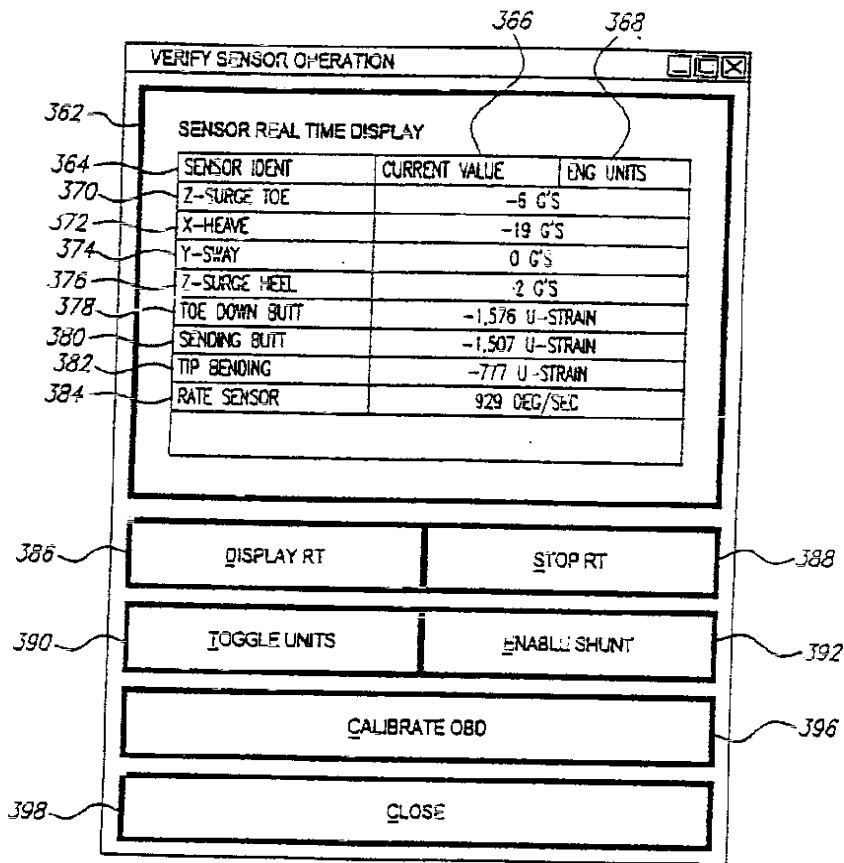
【図7B】



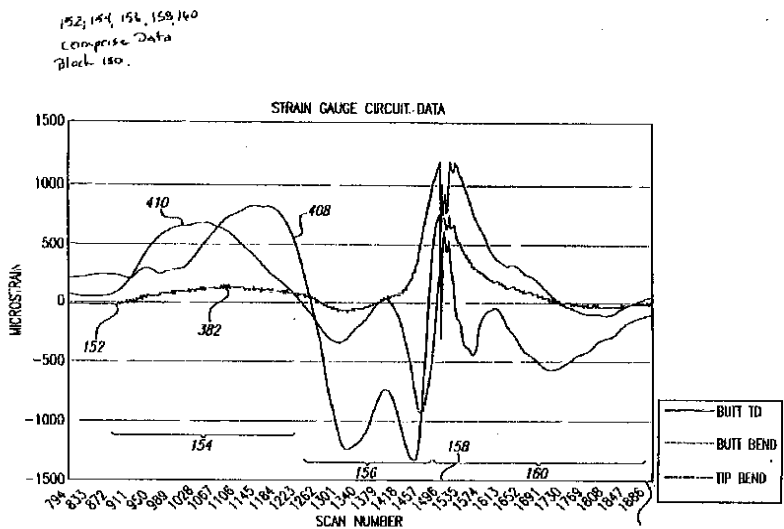
【図7C】



【図9】



【図12】

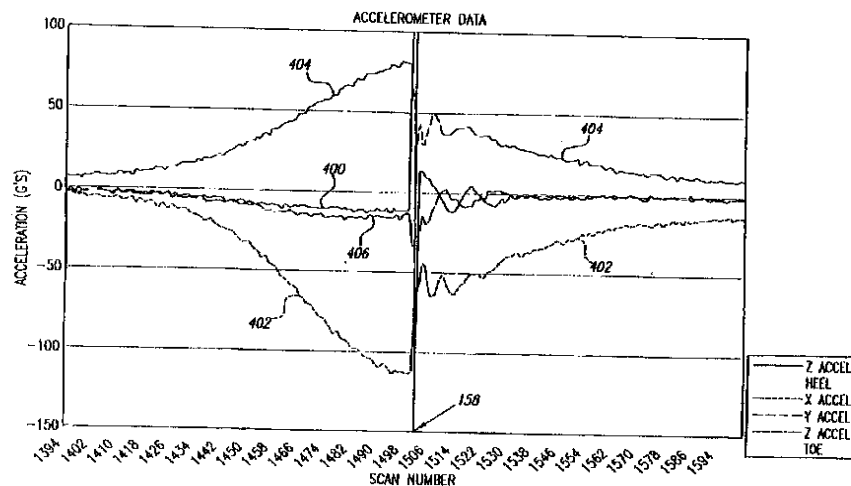


【図10】

DATA DOW #####	326	328	330	332	334	336	338	340
320 SLOPE	0.25	0.25	0.25	0.25	-2.4903	-2.4909	-14.8241	1.718
322 OFFSET	3	8.25	1.25	-1.5	-72.41	-7.44	237.19	-1702.54
324 ZERO COUNT	-12	-33	-5	6	-9	-3	16	991

SWING	SCAN	400 Z ACCEL HEEL	402 X ACCEL	404 Y ACCEL	406 Z ACCEL TOE	408 BUTT TD	410 BUTT BEND	382 TIP BEND	412 ANG. RATE
0	1	-0.3	6.5	-0.8	-0.3	82.2	-9.9	0	-20.6
0	2	-0.3	7.8	-0.8	-1	84.7	-9.9	0	-18.9
0	3	-0.3	5.5	0	0	82.2	-9.9	0	-20.6
0	4	-0.3	6.5	0.3	1.3	82.2	-9.9	0	-20.6
0	5	-0.3	6.3	0.5	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	6	-0.3	8	-2	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	7	-0.5	5	0.3	0.8	84.7	-9.9	0	-20.6
0	8	-0.3	6.3	-2.3	0.8	84.7	-9.9	0	-20.6
0	9	-0.3	7.8	0.5	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	10	-0.3	5	-0.8	1	84.7	-12.4	0	-20.6
0	11	-0.3	6.5	-0.8	1.3	84.7	-9.9	0	-20.6
0	12	-0.3	6	-2.3	-0.3	84.7	-9.9	0	-20.6
0	13	-0.8	6.3	0.3	0.5	84.7	-9.9	0	-20.6
0	14	-0.3	7.3	-1	-1	84.7	-9.9	0	-20.6
0	15	-0.8	6.5	-2.3	-0.8	84.7	-9.9	0	-20.6
0	16	-0.5	7.5	-0.8	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	17	-0.8	7.8	0.5	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	18	-0.8	6	0.3	-1.3	84.7	-9.9	0	-20.6
0	19	1.3	7.8	-0.8	-0.5	87.2	-9.9	0	-20.6
0	20	-0.3	7.5	0.5	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	21	-0.3	6	0	1	84.7	-9.9	0	-20.6
0	22	-1	1.8	-0.8	-1	84.7	-9.9	0	-20.6
0	23	-0.3	6.3	-2	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	24	-1.5	6.5	-1.8	1.3	84.7	-9.9	0	-20.6
0	25	-1.3	5	-1	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	26	-0.3	5	0.5	-1.3	84.7	-9.9	0	-20.6
0	27	-0.3	6.5	0.5	-0.3	84.7	-9.9	0	-20.6
0	28	-0.3	5.8	-0.5	0	84.7	-7.4	0	-20.6
0	29	-0.5	6.5	-0.8	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	30	-0.3	6.5	0.5	0	84.7	-9.9	0	-20.6
0	31	-0.3	6.5	0.5	-0.3	84.7	-9.9	0	-22.3
0	32	-0.5	6.5	-0.8	0.8	84.7	-9.9	0	-22.3
0	33	-0.3	6.5	-1	1	84.7	-9.9	0	-22.3
0	34	-0.3	5	0.5	0	84.7	-9.9	0	-22.3

【図13】



【図11】

SWING	SCAN	400 X ACCEL HEEL	402 Y ACCEL HEEL	404 Z ACCEL HEEL	406 X ACCEL TOE	408 Y ACCEL TOE	410 Z ACCEL TOE	382 TIP BEND	412 ANG. RATE
0	1460	-10.8	-46.8	33	-13.8	-577.7	-836.1	-370.6	-158.1
0	1461	-10.8	-48	34.5	-15	-540.4	-831.1	-385.4	-164.9
0	1462	-10.8	-48.3	35.3	-15.3	-500.5	-823.7	-400.3	-173.5
0	1463	-11.3	-50.8	35	-16	-458.2	-813.7	-415.1	-182.1
0	1464	-11	-52.3	35.5	-15.8	-415.9	-803.8	-429.9	-190.7
0	1465	-10	-55	36.5	-16.3	-371	-791.4	-444.7	-201
0	1466	-10.3	-56.8	38.5	-16	-323.7	-779	-459.5	-209.6
0	1467	-11.5	-57.5	38.3	-17.8	-276.4	-764.1	-474.4	-216.2
0	1468	-11.8	-60	39.5	-16.8	-229.1	-746.8	-489.2	-225.1
0	1469	-12	-62.3	41.3	-16.8	-179.3	-729.4	-504	-233.6
0	1470	-12	-63	41	-15.8	-132	-709.5	-533.7	-240.5
0	1471	-12.3	-65.8	42	-17.3	-82.2	-689.7	-548.5	-249.1
0	1472	-11.5	-65.8	43	-17.3	-34.9	-667.4	-563.3	-256
0	1473	-12.8	-67.8	45.3	-17.5	14.9	-645	-578.1	-262.9
0	1474	-12.5	-69.3	44.8	-18	59.8	-620.2	-593	-269.7
0	1475	-12.5	-73	47	-18	109.6	-595.4	-607.8	-276.6
0	1476	-12.8	-72.5	47.5	-18.5	151.9	-573.1	-622.6	-285.2
0	1477	-11.8	-76	47.5	-18.3	199.2	-548.3	-637.4	-292.1
0	1478	-12.3	-76.8	48.3	-17.8	244	-523.5	-652.3	-300.7
0	1479	-13.3	-78.5	50	-19	286.4	-498.7	-667.1	-309.2
0	1480	-13.3	-81.3	50.3	-20.3	328.7	-473.9	-681.9	-316.1
0	1481	-13.5	-80.8	51	-18.8	371	-449	-696.7	-324.7
0	1482	-13.5	-83	52	-17.8	413.4	-424.2	-711.6	-333.3
0	1483	-13.8	-84.3	53.5	-19	453.2	-396.9	-726.4	-341.9
0	1484	-13.5	-85.5	53.3	-19.8	490.6	-369.7	-726.4	-352.2
0	1485	-14.3	-86.8	54.3	-19.5	527.9	-344.8	-741.2	-362.5
0	1486	-13.8	-88.3	54.8	-18.8	562.8	-317.6	-756	-376.2
0	1487	-14	-88.8	55.8	-20.3	597.7	-292.7	-770.9	-391.7
0	1488	-12.8	-90	56.5	-20.5	630	-265.5	-785.7	-412.3
0	1489	-14	-90	57.5	-20.5	654.9	-235.7	-785.7	-434.7
0	1490	-13.5	-92	58.5	-20.8	682.3	-205.9	-800.5	-462.1
0	1491	-13.5	-92	59.3	-21	707.2	-171.2	-800.5	-493.1
0	1492	-13.3	-93.5	59.8	-22	724.7	-136.4	-815.3	-529.1
0	1493	-13.3	-94.5	62	-22.3	737.1	-96.8	-830.2	-572.1
0	1494	-11.8	-93.8	61.5	-20.8	749.6	-54.6	-830.2	-616.8
0	1495	-13	-95.5	62	-21	757	-7.4	-845	-666.6
0	1496	-13.8	-97.3	62.5	-20.5	759.5	42.2	-859.8	-718.1
0	1497	-13	-96	64.3	-20.3	757	91.8	-859.8	-774.8
0	1498	-14.5	-96.5	63.8	-20.3	744.6	141.4	-874.6	-833.2
0	1499	-14.5	-92.5	121	213.3	-97.1	-1927.7	-10376.9	-886.5
0	1500	221.8	-121.3	48.3	-76.5	328.7	-947.7	-1571.4	-948.3
0	1501	-102.5	-48.8	41.3	-3.3	704.7	-528.4	-563.3	-1068.6
0	1502	-33.8	-52.3	24	-11.3	981.2	-863.4	-489.2	-1087.5
0	1503	-22.3	-27	8.3	4.8	562.8	-590.5	-237.2	-1108.1
0	1504	-16.5	-46.5	16	-2.3	169.3	-302.7	-474.4	-1250.7
0	1505	-17	-48	31.8	6.5	104.6	-111.6	-756	-1194
0	1506	-9	-51	41.5	-4.3	271.4	69.5	-593	-1103
0	1507	-4	-36.5	35.3	-5.8	306.3	287.8	-474.4	-994.7
0	1508	-0.5	-36.5	32.8	-13.3	231.6	297.7	-489.2	-962.1
0	1509	-2.8	-43.3	32.5	-14	181.8	176.1	-622.6	-981
0	1510	-3.5	-52.5	34.3	-14	264	64.5	-578.1	-886.5
0	1511	-6.3	-53.5	29.8	-16.5	405.9	76.9	-415.1	-757.6
0	1512	-8.5	-53	31.3	-16	495.6	121.5	-341	-649.4
0	1513	-9	-50.8	32.8	-12.5	485.6	126.5	-429.9	-522.3
0	1514	-9.5	-53	36.5	-10.5	341.2	148.9	-563.3	-487.9
0	1515	-7.3	-49.8	37.5	-7.8	144.4	228.2	-607.8	-518.8
344	345	376	372	374	370	378	380	382	384

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 1 D 9/00

識別記号

F I

G 0 1 D 9/00

(参考)

T

(72)発明者 ジェイ アンドルー ギャロウェイ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 92029 エスコンディード クウェイ
 グレン・ウェイ 10197

(72)発明者 ウィリアム ケリー ボーサム
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 92026 エスコンディード ボール・アヴ
 エニユー 862

Fターム(参考) 2C002 AA02 AA05 CH05 MM02 MM07
PP03 ZZ05
2F070 AA01 CC03 FF02 FF12 HH08